

의도적인 드로우 샷과 페이드 샷이 골프 스윙 역학에 미치는 영향에 관한 연구

손지훈¹ · 류재진¹ · 이기광² · 임영태³

¹국민대학교 대학원 체육학과 · ²국민대학교 체육대학 체육학과 · ³건국대학교 자연과학대학 스포츠과학부

Effect of Intentional Draw & Fade Shots on Golf Swing Mechanics

Jee-Hoon Sohn¹ · Jae-Jin Ryue¹ · Ki-Kwang Lee² · Young-Tae Lim³

¹Department of Physical Education, Graduate School of Kookmin University, Seoul, Korea

²Department of Physical Education, College of Physical education, Kookmin University, Seoul, Korea

³Division of Sports Science, College of Natural Science, Konkuk University, Chungju, Korea

Received 30 April 2010; Received in revised from 13 June 2010; Accepted 22 June 2010

ABSTRACT

Intentional draw and fade shots could be good weapons for lowering golf score. But how to make such shots? To investigate deterministic variables generating different projectile paths of shots in square stance was the purpose of this study. Ten right-handed male collegiate athletes, showing 1.3 of averaged handicap, participated in this study. They were asked to intentionally perform three different shots such as the straight shot(control condition), draw shot, and fade shot. Swing path, pelvis rotation angle, thorax rotation angle and left forearm supination angle were determined for dependent variables on impact event at each trial. For statistical analysis one-way repeated measures ANOVA were used. The results showed that swing path was one of main factor making differences among three kind of shots. Straight shot vs. Draw shot, Straight shot vs. Fade shot and Draw shot vs. Fade shot showed differences on swing path. And left forearm supination angle revealed significant difference between draw shot and fade shot, showing a significant larger angle of draw shot than fade shot. No other significant difference was detected for the other variables. We found that the shot characteristics were influenced primarily by swing path and left forearm supination angle.

Keywords : Golf Swing, Draw Shot, Fade Shot, Kinematics

I. 서론

골프는 건강과 재미라는 두 가지 측면에 국한해 볼 때, 남녀노소가 큰 부담 없이 즐길 수 있는 분명 매력적인 운동이다. 그러나 한편으로 잘못된 샷(shot)에 대한 108가지 핑계가 있다고 할 정도로 기술적·심리적으로 정교한 운동이기도 하다.

Zumerchik(2002)은 그의 저서 「Newton on the tee」에서 “골프의 흥미로운 역설은 누구나 골프 게임을 할 수 있지만 그것을 마스터 할 수 있는 사람은 거의 없는 것이다.”라고 하였다.

골프 경기는 특별한 경우가 아닌 한 18홀을 지나는 동안 가장 적은 타수로 경기를 마치는 것이 요구된다. Par 3, Par 4 또는 Par 5로 구성되는 각 홀의 길이와 18홀의 총 길이는 골프장마다 다르겠지만, 결국은 6 km 내외로 제한된 길이이기에, 가장 적은 타수로 경기를 마치기 위해서는 골프공을 멀리, 정확히, 그리고 일관되게 보내는 것이 무엇보다 중요하다. 이를 위해선 400 g 내외의 골프 클럽을 자신의 몸처럼 부드럽게 다룰 수 있도록 자신에게 최적화된 스윙 메카니즘(swing mechanism)을 익혀야 한다. 사실 대부분의 아마추어 골퍼들은 선수들처럼

Corresponding Author : Ki-Kwang Lee
Department of Physical Education, College of Physical Education,
Kookmin University, Chungneung-dong, Songbuk-ku, Seoul, Korea
Tel : +82-2-910-4785 / Fax : +82-2-910-5253
E-mail : kklee@kookmin.ac.kr

본 논문은 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발 사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원 받아 연구되었음.

하루에 3 시간씩 웨이트트레이닝을 하고 10 시간씩 스윙 연습을 할 수 있지 않기에 몇 가지 물리학적 기본 원리를 바탕으로 자기 최적화(Self-Optimization)된 스윙을 만들어 내는 것이 가장 중요하다고 할 수 있다.

이와 더불어 여러 골퍼(장)의 다양한 골프 코스에 대한 이해를 바탕으로 적절한 홀 공략 계획을 세우는 것이 좋은 스코어를 기록하는 또 하나의 방법이다. 골프 코스 안에는 재미를 배가하기 위해 각 홀마다 샌드 벙커(sand bunker)나 워터 해저드(water hazard) 등을 만들어 놓을 뿐만 아니라 심지어 코스 자체도 일직선이 아닌 것이 많다. 그렇기 때문에 때로는 의도적으로 각 홀의 모양에 맞게 공을 휘어지게 치는 것이 스코어를 줄이는 전략 혹은 전술이 될 수 있다. 이렇게 의도적으로 골프공을 오른쪽·왼쪽으로 휘어지게 치는 것을 페이드 샷(fade shot)·드로우 샷(draw shot)이라고 하는데, 이는 분명 골퍼의 실수에 의해 발생하는 훅(hook)이나 슬라이스(slice)와는 다르며 그 휘는 정도가 덜하고 많은 연습이 필요한 샷이다. 드로우 샷은 스트레이트샷보다 런 거리²⁾가 많이 난다고 하여 비거리가 짧은 여자 프로선수들은 런 거리를 늘리기 위해 드로우성 구질의 샷을 하기도 한다.

드로우 혹은 페이드라는 구질은 골프공의 비행 특성에 따라 나타나는 현상인데, 골프공의 비행 특성은 임팩트(impact) 시 모 든 것이 결정된다. 임팩트는 다운 스윙의 정점에 있는 동작이며 결국은 클럽 헤드 가 목표방향으로의 최대의 운동량을 가질 수 있도록 하는 것을 목적으로 하는데, Hay(1993)는 클럽 페이스의 정향(orientation)과 클럽 헤드의 위치 그리고 속도가 임팩트의 중요한 요소라고 했다. 임팩트 시 클럽 헤드의 속도는 느려지고 공은 많은 스핀을 가지고 빠른 속도로 수평면과 일정한 각을 이루며 위로 날아가게 되는데 이 과정은 클럽 헤드가 1인치 정도 움직이는 1천분의 1초도 안 되는 시간에 일어난다 (Jorgensen, 1999).

기존의 국내연구는 숙련자 또는 비숙련자들의 골프 스윙을 운동학·운동역학적으로 분석한 것(김선정, 신용석, 최지영, 2002; 문병일, 2004; 송병주, 2009; 최성진, 박종진, 양동호, 2002; 하현보, 2005)이 주를 이루었다. 최근에는 스윙 평면에 대한 연구(권영후, 2007; 임영태, 2009)가 시작되었다. 국외에서는 운동학적·운동역학적 연구(Adrian, Paul & Eric, 1997; Carlsoo 1967; Fredrik, 2007; Hay, 1993; Joseph et al, 2008; Sean, Kerrie, Norman & Justin, 2010; Vaughan, 1981; Wheat, Vernon & Milner, 2006) 뿐만 아니라 수학적 모델링(Budney & Bellow, 1982; Jorgensen, 1999; Williams, 1967)을 통해 바람직한 스윙 메카니

즘을 찾으려는 시도가 있어 왔다. 그러나 의도적인 샷을 만들어 낼 때, 우리 신체에서 어떤 변화가 일어나는지, 스윙 크기나 궤도·속도 등에서 어떤 변화가 생기는 지에 대한 연구는 찾아 보기 힘들었다. 이에 본 연구에서는 샷의 구질을 분석할 수 있는 플라이스코프(flight scope kudu)와 골퍼의 스윙 동작을 분석할 수 있는 모션 캡처 시스템(motion capture system)을 이용하여 의도적인 드로우 샷과 페이드 샷을 만들기 위해 골퍼가 신체 각 분절의 움직임을 어떻게 바꾸고 어떤 스윙 형태의 변화를 만들어 내는 가를 조사하였다. 이러한 연구는 궁극적으로 우리가 골프 코스에서 맞닥뜨리게 되는 다양한 상황에서 그 상황에 맞는 의도적인 샷들을 제대로 구사할 수 있기 위해서 어떤 훈련을 해야 하는가에 대한 해답을 줄 것으로 기대 된다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

핸디캡 4이하의 K대학교 골프지도학과 남학생 10명을 본 실험의 연구 대상으로 선정하였으며 이들의 평균 연령 및 신체계측 정보는 다음 <Table 1>과 같다.

Table 1. Means for group demographics and handicap (N=10)

	Age (years)	Stature (m)	Body Mass (kg)	Handicap
Mean	24.83	1.79	77.33	1.3
SD	2.69	0.05	14.26	1.76

2. 실험 장비

본 실험에서는 골프 스윙의 3차원적 동작분석 및 골프공의 비행 특성 분석을 위해 10대의 Vicon Camera와 AMTI 지면반력기 2대 그리고 EDH사의 Flight Scope KUDU를 사용하였다. 모션데이터는 200 Hz, 지면반력 데이터는 2000 Hz로 샘플링하였다.

Flight Scope Kudu는 도플러 효과를 이용한 3차원 레이더 추적 장치로 골프공과 클럽의 비행특성을 분석하기 쉽도록 제작되었으며 임팩트 시 Ball velocity, Carry distance, Launch angle, Flight height, Flight time, Horizontal club path, Vertical club path 등을 측정할 수 있다(Figure 1). 실험에 사용된 클럽은 연구 대상자 개인의 것으로 하되 7번 아이언으로 통일하였다.

3. 실험 절차

실험으로부터 골프 스윙 시 신체와 골프 클럽의 운동학적

1) 한국골프장경영협회의 2010년 1월 1일자 전국골프장현황 자료에 따르면 현재 국내 골프장의 총 개수는 477개이며 그 중 운영 되는 곳은 339개라고 한다.

2) Run distance: 골프공이 비행 후, 땅에 떨어져서 구르는 거리. Carry distance(비거리)와 구분.

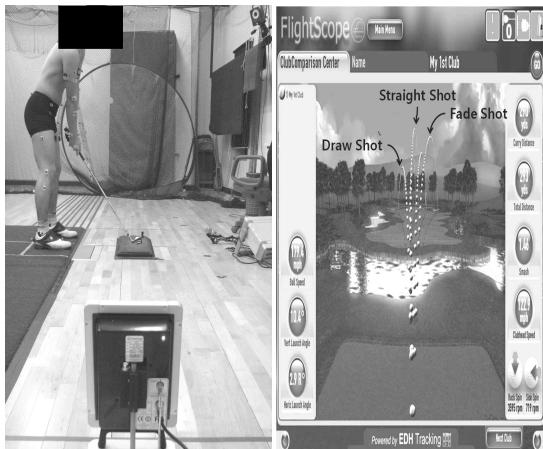


Figure 1. Experimental Equipments

변인을 산출할 수 있도록 Vicon Motion Capture System에서 요구하는 골프모델 마커셋(golf model marker set)을 사용하였다 <Figure 3>. 골프 클럽의 스윙 궤도를 보기 위해 클럽의 손잡이와 샤프트에 3개의 마커를 추가로 부착하였다. 샷의 구질을 확인하기 위해 플라이스코프를 <Figure 1>과 같이 연구대상자 후방 3 m 거리에 설치하고 골퍼 전방으로 4 m의 비행 거리를 확보하였다. 각각의 연구 대상자들에게 연구 대상자들이 스스로 충분한 워밍업이 되었다고 생각할 때까지 연습 시간을 주었으며, 그 후 스트레이트 샷 5번, 드로우샷 5번, 페이드 샷 5번의 순서로 실제 샷을 연속으로 실시토록 하였다. 이 때 모든 샷에서 어드레스 자세는 스퀘어 스탠스(square stance)로 제한하였다. 이는 하체의 움직임을 가능한 제한하고 상체의 움직임 변화만을 보기 위함이다.

4. 자료 분석

운동학적 변인들의 값을 산출하기 위해 Vicon Motion Capture System을 통해 얻어진 3차원 좌표값을 Nexus·Polygon(Vicon Motion System, Ltd, UK), Matlab 2009(Mathworks, Inc, USA) 그리고 Excel 2007(Microsoft Inc, USA) 등의 프로그램을 사용하여 분석하였다. 보다 선명한 데이터를 얻고자 Woltring filter를 사용하였다. 샷의 구질은 Flight Scope Kudu(EDH, Ltd, South Africa)에서 산출해 주는 데이터를 참조하였다. 각 구질별 5회의 샷 중에서 가장 각각의 구질(Straight, Draw, Fade)을 대표한다고 판단되는 1회의 표본을 데이터 자료로 사용했다.

1) 이벤트 설정

분석을 위한 이벤트 설정은 <Figure 2>와 같다. 어드레스(Address), 백스윙 탑(Backswing Top), 임팩트(Impact), 팔로우 드루(Follow Through)가 각 이벤트이며 이벤트와 이벤트 사이가 하나의 구간(phase)이다. 임팩트 시점은 <Figure 1>에서 볼 수

있듯이 골프공이 놓인 앞쪽에 마이크를 설치하고 동작 분석 시스템과 동기화하여 소리가 처음 들어오는 시점의 3프레임 전으로 선정하였다. 실질적으로 백스윙 탑에서부터 임팩트 순간까지의 클럽 스윙 궤도와 임팩트 시 분절의 회전각 등만을 분석하였기에 다른 이벤트는 크게 사용되지 않았다. 사실 골프공의 비행 특성은 클럽헤드가 공에 닿는 1/2000 sec 동안 모든 것이 결정되며 임팩트 시점 이후의 동작은 골프공의 비거리나 구질에 영향을 주지 않기 때문이다(이종원, 2009; Alastair & John, 2005).

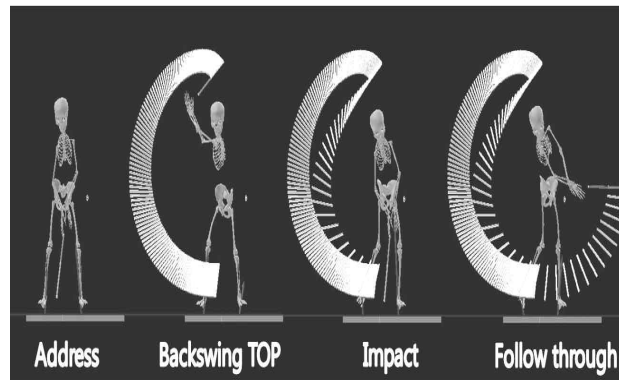


Figure 2. Event Definition

2) 좌표계 설정

전역·지역 좌표계의 설정은 <Figure 3>와 같다. 전역 좌표계는 실험 공간의 기준이 되는 변하지 않는 좌표계이며 고정된 원점을 가지기 때문에 절대 좌표계라고도 한다. 지역 좌표계는 분절의 움직임을 보기 위해 각 분절마다 설정된 좌표계이다.

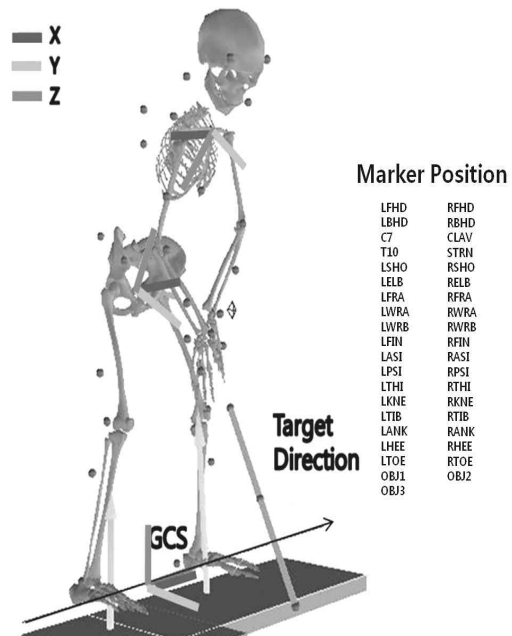


Figure 3. Global Coordinate System & Local Coordinate System

3) 변인 분석

(1) 스윙 궤도 : 클럽 헤드의 수평 진입각

임팩트 시 클럽 헤드의 스윙 궤도를 분석하기 위하여 클럽 넥(Neck)의 마커 궤적을 분석하였다. <Figure 4>는 한 연구 대상자의 Backswing Top 부터 Follow Through 이벤트까지의 Horizontal View에서의 클럽 넥의 마커 궤적과 이 궤적에서 임팩트 전후 프레임을 확대(zoom in)하여 본 것이다. 클럽의 넥과 헤드는 일직선 상에 있으므로 클럽 넥의 궤적을 클럽 헤드의 궤적으로 보고 임팩트 시 볼에 대한 클럽 헤드의 진입각을 유추 계산하여 통계 처리하였다. 진입각은 그림에 명시된 바와 같이 볼의 중심을 지나고 타겟을 향하는 직선과 일치되는 궤도를 기준 각도 0°로 하여 (-), (+) 각 값으로 나타내었다.

(2) 골반과 몸통의 회전 각도, 전완의 회외 각도

임팩트 시점에서 각 피험자의 골반·몸통의 회전각과 왼쪽 전완의 회외각을 산출하였다. 골반과 몸통은 전역좌표계에 대한 Z 축 방향 회전각을 나타내는데, 이는 <Figure 5>와 같이 3차원 상에서 회전한 각을 전역 좌표계의 X-Y 평면에 투영시킨 후, 목표 방향(Target Direction)에 대해 반시계 방향으로 회전한 각을 (+)로 나타내었다. 전완은 어드레스 자세를 기준으로 지역 좌표계에 대한 회외 각을 나타냈으며 회외 시 (+) 각도 값이 된다(Figure 6).

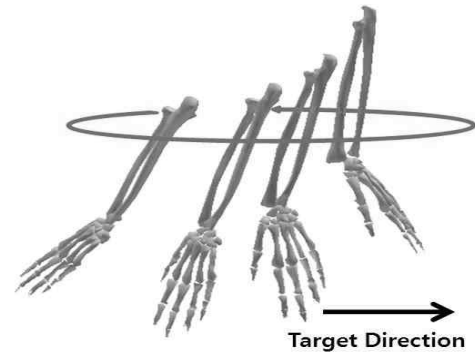


Figure 6. Left Forearm Supination Angle

5. 통계 처리

의도적인 드로우 샷과 페이드 샷을 구사하기 위해서 핸디캡 4이하의 숙련자들은 어떤 스윙을 하며 이러한 스윙을 만들어 내기 위해 어떠한 동작을 취하는가를 알아보기 위해 One-way repeated measured ANOVA 통계 기법을 사용하였다. Excel 2007로 Data를 정리한 후, Windows용 SPSS 12.0 프로그램을 사용하여 유의 수준 $p < .05$ 에서 검증하였다.

V. 결과

본 실험의 결과는 다음과 같다. 스퀘어 스탠스라는 주어진 조건에서 의도적으로 다른 구질의 샷을 구사하게 했을 때, 클럽 헤드의 입사각으로 비교한 스윙 궤도와 왼쪽 전완의 회외 각도, 골반과 몸통의 회전 각도는 <Table 2>와 같은 결과를 보여주었다. 골반과 몸통의 회전으로 알아보려고 했던 상체의 표적 방향에 대한 열림 정도는 다른 종류의 샷을 만들어 내는 데

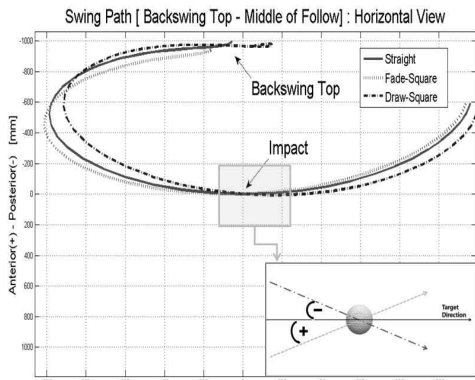


Figure 4. Swing Path Horizontal View & Club Head Horizontal Attack Angle

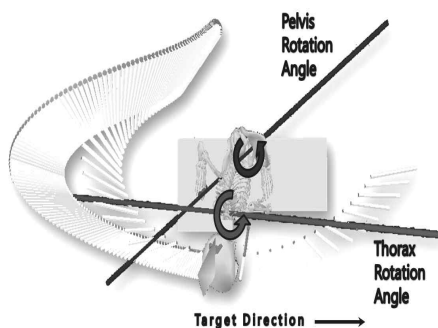


Figure 5. Thorax & Pelvis Rotation Angle

Table 2. Comparisons of Kinematic Variables on Impact

	Mean ± SD			p-value	Post hoc
	Draw Shot	Straight Shot	Fade Shot		
Club Head Horizontal Attack Angle	0.03 ± 0.06	-0.01 ± 0.04	-0.04 ± 0.03	.019	DR<ST [*] ST<FA [*] DR<FA [*]
Left Forearm Supination Angle	-6.23 ± 17.51	-10.00 ± 14.88	-12.7 ± 18.36	.029	DR<FA [‡]
Pelvis Rotation Angle	42.70 ± 8.72	43.35 ± 9.42	44.75 ± 9.69	.539	
Thorax Rotation Angle	25.67 ± 10.39	28.22 ± 11.12	28.88 ± 11.59	.275	-

*. p-value = 0.05, ‡. p-value = 0.01

ST: Straight shot, DR: Draw shot, FA: Fade shot

있어 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 스트레이트 샷을 기준으로 평균을 비교해 볼 때, 타겟 방향에 대한 상체의 열린 정도는 페이드 샷이 가장 크고 다음 스트레이트 샷, 드로우 샷의 순이 되는 것을 알 수 있다.

클럽 헤드의 수평 진입각은 모든 경우에 유의한 차이를 보여 주었는데, 드로우 샷에 가까울수록 음의 진입각을, 페이드 샷에 가까울수록 양의 진입각을 나타내었다. 전완의 회외 정도를 나타낸 결과에서는 드로우 샷이 페이드 샷에 비해 더 큰 값을 나타냈으며 이는 타겟 방향으로 손목이 더 많이 돌아갔음을 의미한다.

IV. 논 의

본 연구의 목적은 골퍼들이 의도적으로 드로우·페이드 구질의 샷을 구사할 때, 어떤 신체 움직임 및 클럽 움직임의 변화를 만들어 내는가를 알아보는 것이었다. 스탠스를 자유롭게 하도록 하지 않고 스쿼어 스탠스로 자세를 고정시킨 상태에서 각각의 구질을 만들어 내게 한 것은 스탠스라는 변인을 제외한 상태에서의 신체 및 스윙의 변화를 보고자 했기 때문이다. Hay(1993)는 두 발 서로간의 상대적인 위치나 두 발과 공을 보내려고 하는 목표방향과의 상대적인 위치는 클럽 헤드가 볼에 임팩트 될 때 그 속도를 결정하는 데 있어 중요하다고 하였는데, 사실 스탠스는 골프공의 속도 뿐만 아니라 방향을 결정하는 데 있어서도 중요할 것이라 생각된다. 한 쪽 발을 앞으로 내거나 뒤로 빼으로써 임팩트 시 상체의 열린 정도가 달라질 수 있고, 이로 인해 스윙 궤도 상에서의 임팩트 시점이나 진입각이 달라짐으로써 다른 구질의 샷이 만들어 지는 원인이 될 수 있기 때문이다. 실질적으로 대부분의 엘리트 혹은 아마추어 골퍼들은 스탠스를 조정하여 샷의 구질을 바꾸는 것을 선호한다. 그럼에도 불구하고 이 번 연구에서는 앞서 언급한 이유로 스탠스를 제한한 실험을 하였다. 그리고 라운딩(rounding)을 하다보면 지형적인 요인으로 인해 항상 자신이 원하는 스탠스만으로 칠 수는 없다. 때로는 샌드 벙커의 경사면에서 치기도 하고, 수풀 속 나무 사이에서 어정쩡한 스탠스로 나무를 빗겨 쳐야 하기도 한다. 결국 이 번 연구는 드로우와 페이드 샷에 관한 것이지만 사실 다양한 스탠스의 다양한 샷에 대한 기초 연구로서의 의미를 지닌다고 볼 수 있다.

나아가 이 번 연구는 자세 교정과 관련하여 클리닉(Clinic)한 측면에서도 의미를 가진다. 골퍼들 중에는 고질적인 혹이나 슬라이스성 구질로 인해 고생하는 경우가 꽤 많다. 프로 골퍼들조차도 부상 후 근력 약화로 인한 자세 변화 등의 요인으로 인해 구질의 변화가 생겨 슬럼프에 빠지는 경우가 종종 있다. 정상적인 자세에서 스트레이트 샷을 구사하려고 하나 본인도 발

견하기 힘든 어떤 이유로 의도하지 않은 미스 샷이 나는 것이다. 의도적인 드로우·페이드 샷을 구사하는 여러 가지 방법을 찾을 수 있다면 그 중 하나 또는 몇 가지 방법을 복합적으로 적용함으로써 이런 문제점을 해결하고 구질을 개선할 수도 있을 것이다.

이 번 연구에서 기존의 여러 주장들 중 가장 명확히 재확인한 것은 구질 변화가 임팩트 시점의 스윙 궤도에 의해 영향을 받는다는 것이다. 드로우 샷의 경우 인->아웃 형태의 스윙 궤적을 보였고 페이드 샷의 경우 그 반대였다. 왼쪽 전완의 회외 정도 또한 드로우 샷과 페이드 샷 간의 비교에서 통계적으로 유의한 차이가 났는데, 왼 전완의 회전 정도는 스윙 궤도 이외에도 클럽 페이스의 열린 정도에 영향을 미쳤을 것이라 생각된다. 최성진 등(2002)도 스트레이트 샷과 페이드 샷의 성공 여부에 손목 각도가 영향을 미치며 다른 요인과의 상관관계를 분석하는 것이 필요하다고 했다.

Jorgensen(1999)에 따르면, 스트레이트 샷을 구사하는데 있어 이런 방법이 추천되진 않았지만, 클럽 헤드가 닫히고 스윙 궤도가 아웃 인이 되었을 때 정확히 두 효과가 상쇄된다면 직선 타구가 될 수도 있다고 했다. 클럽 페이스의 열리고 닫힘 또한 샷의 구질을 결정하는 중요한 요소이다. 이 번 연구의 제한점은 클럽 페이스의 열림·닫힘 정도를 측정하지 못한 데 있다.

상체의 표적 방향에 대한 회전 정도가 샷의 구질에 따라 차이가 있을 것이라 생각했으나 실질적으로 골반·몸통의 회전 각도 변인 모두 통계적으로 유의한 차이가 나지 않았다. 하지만 결과 자료에서 알 수 있듯이 드로우 샷을 치기 위해서는 몸을 타겟 방향에 대해 좀 더 닫는 경향이 있고 페이드 샷을 구사하기 위해서는 몸을 타겟 방향에 대해 더 많이 여는 경향이 있었다. 이는 스윙 궤도와 클럽 페이스의 열고 닫힘 정도를 조절하기 위한 상체의 움직임이라 생각된다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 제한된 스탠스(square stance)에서 세 가지 의도적인 샷(straight shot, draw shot, fade shot)을 구사하게 한 뒤, 신체와 클럽의 스윙에 어떤 운동학적 변화가 일어나는가를 알아보는 것에 있었다. 모션 캡처 시스템과 플라이스코프를 이용하여 각 샷 군별 스윙 궤도, 골반 회전 각도, 몸통 회전 각도, 왼쪽 전완의 회외 각도에 유의한 차이가 있는지를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 스트레이트 샷과 드로우 샷, 스트레이트 샷과 페이드 샷, 드로우 샷과 페이드 샷 간에 임팩트 시 클럽의 수평 진입각에 있어 유의한 차이가 났다. 골프공과 홀을 일직선으로 이은

타겟 방향을 기준으로 드로우 샷은 음의 진입각(In -> Out Path)을, 페이드 샷은 양의 진입각(Out -> In Path)을 보였다.

둘째, 드로우 샷과 페이드 샷 간에 임팩트 시 윈 전환의 회 각도에 있어 유의한 차이가 났다. 드로우 샷(-6.23°), 스트레이트 샷(-10°), 페이드 샷(-12.7°)의 결과값을 보여주었다.

셋째, 드로우 샷(42.70°), 스트레이트 샷(43.35°), 페이드 샷(44.75°) 서로 간에 골반 회전 각도에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 몸통 회전 각도 역시 드로우 샷(28.88°), 스트레이트 샷(28.22°), 페이드 샷(25.67°) 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

‘의도적인 드로우 샷과 페이드 샷을 제대로 구사할 수 있기 위해서는 어떻게 해야 하는가?’라는 궁극적인 물음에 대한 해답을 얻기 위한 기초 연구로서의 성격을 띠며 이 연구는 수행되었다. 스쿼어 스탠스라는 제한된 조건과 클럽페이스의 정향을 무시한 조건 하에서, 의도적으로 공을 휘어지게 하기 위해서는 스윙 궤도를 인 아웃, 또는 아웃 인으로 변화시키는 것이 적절한 방법으로 나타났다. 상체의 열람·단힘 정도를 타겟 방향에 대해 조절하는 것은 추후 재확인 해 볼 필요가 있으며 다양한 스탠스 조건에서 클럽페이스의 정향을 고려한 연구 또한 필요할 것이라 사료된다.

참고문헌

- 권영후(2007). **골프의 역학: 스윙 평면과 단일면 스윙의 이해**. 서울: 국민체육진흥공단 체육과학연구원.
- 김선정, 신용석, 최지영(2002). 골프 드라이버 스윙시 어드레스와 임팩트 동작의 운동학적 비교 연구. **한국사회체육학회지**, 17, 145-158.
- 문병일(2004). **골프 스윙동작의 운동역학적 특성에 관한 분석**. 미간행 박사학위논문. 조선대학교 대학원.
- 송병주(2009). 골프 드라이버 스윙의 성공과 실패에 따른 운동학적 분석. **한국스포츠리서치**, 20(2), 45-56.
- 이종원(2009). **골프역학 역학골프**. 서울: 청문각.
- 임영태(2009). 엘리트 골프 선수의 드라이버 스윙시 스윙평면 분석. **한국운동역학회지**, 19, 59-66.
- 최성진, 박종진, 양동호(2002). 골프 드라이브 스윙시 구질 변화에 따른 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 12, 259-278.
- 하현보(2005). 골프 스윙 형태에 따른 운동학적 연구. **한국스포츠리서치**, 16(5), 75-84.
- Adrian, M. B., Paul, N. G., & Eric, S. W.(1997). Hip and shoulder rotation during the golf swing of sub-10 handicap players. *Journal of Sports Sciences*, 16, 165-176.
- Alastair, C. & John, S.(2005). *Search for the perfect swing*. 2nd edition. Triumph books.
- Budney, D. R., & Bellow, D. G.(1982). On the swing mechanics of a matched set of golf club. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53(3), 185-192.
- Carlsoo, S.(1967). A kinetic analysis of the golf swing. *Journal of Sports Medicine*, 7, 66-72.
- Fredrik, T.(2007). *Analysis of elite golfer's kinematic sequence in full and partial shots*. The Swedish school of sport and health sciences, Master Thesis.
- Hay, G. James.(1993). *The Biomechanics of Sports Techniques*. A Simon & Schuster Paperbacks.
- Jorgensen, T. P.(1999). *The Physics of Golf*. Second Edition. Springer.
- Joseph, M., Scott, L., Y. S. Tsai., Timothy, S., James, S., & John, J.(2008) The role of upper torso and pelvis rotation in driving performance during the golf swing. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 181-188.
- Sean, A. H., Kerrie, E., Norman, R. M., & Justin, J. K.(2010). Thorax and pelvis kinematics during the downswing of male and female skilled golfers. *Journal of Biomechanics*, 1-7.
- Vaughan, C. L.(1981). A three-dimensional Analysis of the Forces and Torques Applied by a Golfer during the Downswing. *International Series on Biomechanics*, 3B, 325-331.
- Wheat, J. S., Vernon, T., & Milner, C. E.(2006). The measurement of upper body alignment during the golf drive. *Journal of Sports Sciences*, 25(7), 749-755.
- Williams, D.(1967). The Dynamics of the Golf Swing. *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics*, 20, 247-264.
- Zumerchik, John.(2002). *Newton on the tee : A good walk through the science of golf*. Simon & Schuster, Inc.